

D3

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
16. August 2001 (16.08.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/59417 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **G01L 5/24**

(72) Erfinder; und

(21) Internationales Aktenzeichen: **PCT/CH01/00081**

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **ENGELER, Paul**
[CH/CH]; Allmendweg 13, CH-8500 Frauenfeld (CH).
HAAB, Hans, Rudolf [CH/CH]; Lärchenstrasse 65,
CH-8400 Winterthur (CH).

(22) Internationales Anmelde datum:
6. Februar 2001 (06.02.2001)

(74) Gemeinsamer Vertreter: **K.K. HOLDING AG**; Eulach-
strasse 22, Postfach, CH-8408 Winterthur (CH).

(25) Einreichungssprache: **Deutsch**

(81) Bestimmungsstaat (national): **US**.

(26) Veröffentlichungssprache: **Deutsch**

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,
BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,
NL, PT, SE, TR).

(30) Angaben zur Priorität:
242/00 7. Februar 2000 (07.02.2000) CH

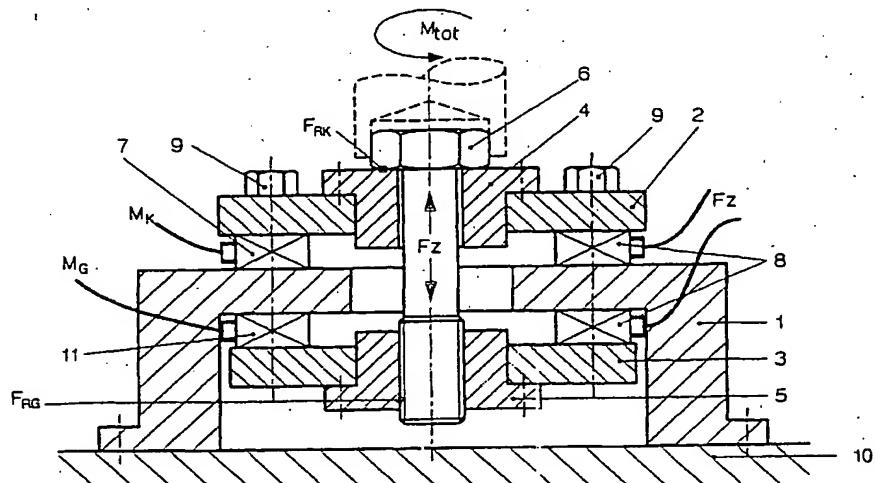
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

[Fortsetzung auf der nächsten Seite].

(54) Title: TEST DEVICE FOR DETERMINING THE FRICTION AND PRESTRESS VALUES OF SCREWED CONNECTIONS

(54) Bezeichnung: PRÜFGERÄT ZUR ERMITTlung DER REIB- UND VORSPÄNNWERTE VON SCHRAUBENVERBIN-
DUNGEN



(57) Abstract: The test device for determining the friction and prestress values of screwed connections consists of a transportable device having a central support plate (1), whereby shearing force sensors and axial force sensors (7, 8, 11) are arranged on both sides of said plate. The sensors are screwed between an application plate (2) and a torque receptor plate (3) and can be replaced or provided with adapters (4, 5). The sensors (7, 8, 11) can be extension sensors or piezoelectric sensors. The amplifiers of the piezoelectric sensors can be miniaturized in such a way that they can also be placed in the central support plate (1). During tightening, the following values are determined: total torque M_{tot} , head friction torque M_K , thread friction torque M_G , prestress force F_z , to obtain the following values: thread friction value μ_G and head friction value μ_K .

WO 01/59417 A1

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweiibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) **Zusammenfassung:** Das Prüfgerät zur Ermittlung der Reib- und Vorspannwerte von Schraubverbindungen besteht aus einem transportablen Gerät mit einer zentralen Trägerplatte (1), auf welcher beidseitig Schubkraft- und Achsialkraftsensoren (7, 8, 11) aufgebracht sind, die zwischen Einleitplatte (2) und Moment Auffangplatte (3) verschraubt und ihrerseits auswechselbar oder mit Adaptern (4, 5) versehen sind. Die Sensoren (7, 8, 11) können Dehnungs- oder piezoelektrische Sensoren sein. Deren Verstärker können bei piezoelektrischen Sensoren so miniaturisiert werden, dass sie ebenfalls in der zentralen Sensorträgerplatte (1) plaziert werden können. In einem Anziehvorgang werden die Werte: Total-Drehmoment M_{lo} ; Kopf-Reibmoment M_K ; Gewinde-Reibmoment M_G ; Vorspannkraft F_z ermittelt, welche zu den Werten: Gewinde-Reibwert μ_G ; Kopf-Reibwert μ_K führen.

-1-

Prüfgerät zur Ermittlung der Reib- und Vorspannwerte von Schraubenverbindungen

In der Automatisierung von Schraubvorgängen, insbesondere im Automobil- und Flugzeugbau, sind höchste Qualitätsvorschriften einzuhalten und zu dokumentieren. Dazu sind die verwendeten Schraubgeräte mit eingebauten Drehmomentsicherungen versehen, die eine genaue Einhaltung der eingestellten maximalen Drehmomente oder der maximalen Drehwinkel garantieren.

Zur Qualitätssicherung werden die mittels Druckluft oder elektrisch betriebenen Schraubgeräte in regelmässigen Abständen überprüft, was in speziellen Prüfständen durchgeführt wird, worauf jedes Schraubgerät mit einem Prüfzeugnis versehen wird.

Mit normalen allgemein eingeführten Kontrollgeräten werden hauptsächlich die maximalen Ausschaltmomente der Schraubgeräte kontrolliert und wenn nötig neu eingestellt. Diese Kontrollgeräte funktionieren meist auf Dehnmessstreifen- oder piezoelektrischer Basis und sind in speziellen Werkprüfstationen untergebracht. Sie basieren auf Werten, die in den Prüflabors anhand komplizierter Messungen und Berechnungen durchgeführt wurden und den Zusammenhang zwischen maximalem Anziehdrehmoment M_{tot} und Schrauben-Vorspannkraft F_z definiert. Für jede Schraubenverbindung müssen diese Werte bestimmt werden, um eine optimale Kraftverbindung zu gewährleisten.

Der Hauptzweck der Erfindung liegt nun darin, die wichtigsten Messdaten einer neuen Schraubverbindung mit einem erfindungsgemässen Prüfgerät rasch und genau zu ermitteln. Dazu müssen die Reibwerte des Schraubenkopfes F_{RK} auf seiner Auflage und der Schraube bzw. Mutter im Gewinde F_{RG} separat messbar sein. Damit können Materialpaarungswerte wie auch Schmiermittel optimiert werden, um repetierbare Schrauben-Vorspannkräfte F_z zu erzielen, sowie Losdrehmomente von Schraubensicherungen untersucht und optimiert werden. Wichtig ist ferner, dass die drei Messwerte

Vorspannung F_z

Reibwert Kopf F_{RK}

Reibwert Gewinde F_{RG}

-2-

mit verschiedenen Paarungsmaterialien und Oberflächenzuständen bei verschiedenen Temperaturen rasch und zuverlässig bestimmbar sind.

Die Erfindung ermöglicht ein Prüfgerät, das aus einem zentralen Messträger teil und auswechselbaren Gewinde-Adaptoren und Auflageplatten besteht, die auf einfache Weise miteinander verschraubbar sind.

Zur weiteren Erklärung soll die Erfindung anhand von 6 Figuren beschrieben werden:

Es zeigen:

- Fig 1 A und B zeigen die beiden wichtigsten Typen von Schraubverbindungen.
- Fig. 2 zeigt ein übliches Kraft/Momentdiagramm auf Basis des Verdrehwinkels α .
- Fig. 3 zeigt das erfindungsgemäße Prüfgerät als Funktionsschema.
- Fig. 4 zeigt eine mögliche Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Prüfgeräts in auseinandergezogener Darstellung.
- Fig. 5 zeigt ein Beispiel einer auszumessenden Schraubverbindung.
- Fig. 6 zeigt die mit dem erfindungsgemäßen Prüfgerät feststellbaren Messwerte.

In der Folge sollen die einzelnen Figuren beschrieben werden.

- Fig. 1A zeigt eine Schraubverbindung, an welcher gemäss Stand der Technik nur die Total-Reibkraft F_{Rtot} gemessen wurde.
- Fig. 1B zeigt eine weitere Schraubverbindung, an welcher ebenfalls gemäss Stand der Technik nur die Total-Reibkraft F_{Rtot} gemessen wurde.
- Fig. 2 zeigt in einer Grafik wie die beiden Werte Vorspannkraft F_z und Total-Reibkraft F_{Rtot} mit heute üblichen Prüfgeräten dem Stand der Technik entsprechend gemessen werden.
- Fig. 3 zeigt schematisch ein erfindungsgemässes Prüfgerät,

-3-

das erstmals eine genaue Auf trennung der Total-Reibkraft $F_{R\text{tot}}$ in
 F_{RK} Reibkraft des Schrauben/Mutterkopfes und
 F_{RG} Reibkraft des Gewindes ermöglicht.

Damit ergeben sich erstmals ganz neue Einsichten in die Analyse von Verschraubungen.

Auf einer mittleren Trägerplatte 1 sind beidseitig Sensoren 7, 8, 11 so aufgebaut, dass sie zwischen Moment-Einleitplatte 2 und Moment-Auffangplatte 3 eingespannt sind, mittels Schrauben 9. Auf jeder Seite der Trägerplatte 1 sind sowohl Schubkraftsensoren 7 wie auch Achsialkraftsensoren 8 montiert, so dass eine allgemein symmetrische Kraftverteilung entsteht. Die Schubkraftsensoren sind so angeordnet, dass die einzelnen Schubkomponenten zur Drehmomentmessung zusammengefasst werden können.

Wird nun die Prüfschraube 6 durch den Adapter 4 gesteckt und in den Adapter 5 eingewendet, so wird beim Anziehen durch die Achsialkraftsensoren 8 die Vorspannkraft F_z , durch die Schubkraftsensoren 7 das Moment der Kopfreibung M_K und durch die Schubkraftsensoren 11 das Moment der Gewindereibung M_G gemessen. Wenn gewünscht, kann auch noch ein Verdrehwinkel-Sensor α eingebaut werden, was aber meist unnötig ist wegen der Unsicherheit des Beginns der Drehwinkelmessung. Die vier Standardwerte

Vorspannkraft	F_z
Total-Drehmoment	M_{tot}
Kopf-Reibmoment	M_K
Gewinde-Reibmoment	M_G ,

die mit einem einzigen Anziehvorgang im erfindungsgemässen Prüfgerät genau ermittelt werden, genügen zur optimalen Gestaltung einer Schraubverbindung.

Die im Prüfgerät eingesetzten Sensoren können auf piezoelektrischer oder Dehnungsbasis aufgebaut sein. Piezoelektrische Sensoren haben den Vorteil, dass sie in einem wesentlich grösseren Temperaturbereich einsetzbar sind, als solche auf Dehnmessbasis.

In Fig. 4 ist ein anderes Ausführungsbeispiel in auseinandergezogener Darstellung gezeigt. Die Sensorträgerplatte 15 ist auf die Grundplatte 18 montiert. Die gesamte Sensorik für Drehmoment und

-4-

Achsialkraft ist auf beiden Seiten der Trägerplatte 15 angeordnet. Wenn erwünscht, können in dieser Platte 15 auch Verstärker eingebaut werden, was insbesondere bei piezoelektrischen Sensoren von Vorteil ist. Dadurch können die Messsignale niederohmig zur Auswerte-Elektronik weitergeleitet werden. Diese Variante schränkt den Temperaturmessbereich aber stark ein. Die Platten 16 und 17 können auf einfache Weise ausgewechselt und den speziellen Anforderungen angepasst werden. Mit den Verschraubungen 21 und 22 werden sie mit der Sensorträgerplatte 15 verbunden. Die Prüfschraube 23 ihrerseits bildet mit den Platten 16 und 17 die Messeinheit.

In Fig. 5 ist nochmals eine Prüfschraube 30 dargestellt mit den Dimensionen, die zu den wichtigen Reibwerten führen:

$$\text{Kopf-Reibwert} \quad \mu_K = \frac{M_K}{F_z \times D_m}$$

$$\text{Gewinde-Reibwert} \quad \mu_G = \frac{M_G}{F_z \times dm}$$

In Fig. 6 ist die mit den vier Messwerten darstellbare Grafik gezeigt, wobei das

Total-Moment $M_{tot} = M_K + M_G$ ist
und damit direkt zur Vorspannkraft F_z führt.

Das erfindungsgemäße Prüfgerät zeigt in seiner einfachen Konstruktion neue Wege auf, zur optimalen Gestaltung von Schraubenverbindungen.

-5-

Referenzliste

Fig. 1 A, B	F_z	Vorspannkraft
	M_{tot}	Total-Drehmoment
		= Anzugsmoment
	F_{Rtot}	Total-Reibkraft (Gewinde + Auflage)
Fig. 2	$\Delta\alpha$	Verdrehwinkel
Fig. 3	1	zentrale Sensor-Trägerplatte
	2	Moment-Einleitplatte
	3	Moment-Auffangplatte
	4	Adapter-Einsatz
	5	Adapter-Einsatz
	6	Prüfschraube
	7	Schubkraftsensoren M_K
	8	Achsialkraftsensoren F_z
	9	Sensor-Verschraubungen
	10	Montage-Grundplatte
	11	Schubkraftsensoren M_G
Fig. 4	15	zentrale Sensor-Trägerplatte
	16	Moment-Einleitplatte
	17	Moment-Auffangplatte
	18	Grundplatte
	19	Sensor-Anordnungen
	20	Sensor-Andordnungen
	21	Sensor-Verschraubungen
	22	Sensor-Verschraubungen
	23	Prüfschraube
	24	Signalanschlüsse F_z M_K M_G
Fig. 5	30	Prüfschraube
	D_m	mittlerer Durchmesser Schraubenkopf-Auflage
	d_m	mittlerer Durchmesser Gewinde
Fig. 6	M_{tot}	Total-Drehmoment
	M_K	Moment der Kopfreibung
	M_G	Moment der Gewindereibung
	μ_K	Kopf-Reibwert
	μ_G	Gewinde-Reibwert
	F_z	Vorspannkraft

-6-

Prüfgerät zur Ermittlung der Reib- und Vorspannwerte von Schraubenverbindungen

Patentansprüche

1. Prüfgerät für Schraubverbindungen bestehend aus Schraubenhalterungsmitteln, die mit Sensoren bestückt sind, dadurch gekennzeichnet, dass eine zentrale Sensorträgerplatte (1,15) mit beidseitigen Sensoranordnungen (7,8,11,19,20) auf einer Grundplatte (10,18) montiert ist und mit Momenteinleit- (2,16) und Momentauffangplatten (3,17), zwischen denen die Sensoren (7,8,11,19,20) eingespannt sind, die Kopf- und Gewinde-Reibkräfte wie auch die Vorspannkraft separat erfassbar macht.
2. Prüfgerät für Schraubverbindungen nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Platten (2,3,16,17) mit Adapters (4,5) verbunden sind, die gestatten, verschiedene Schraubendimensionen mit demselben Gerät und sowohl Anzug- wie Lösemomente und -Kräfte zu messen.
3. Prüfgerät für Schraubverbindungen nach Ansprüchen 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass zur symmetrischen Kraftverteilung eine Mehrzahl von Sensoren in 3-eck, 4-eck oder Kreisanordnung, jeweils beidseitig der zentralen Trägerplatte (1,15) angeordnet sind.
4. Prüfgerät für Schraubverbindungen nach einem der Ansprüche 1,2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass piezoelektrische Sensoren für Achsialkraft F_z sowie Drehmomente M_K und M_G eingesetzt sind, wozu Sensoren geeignet sind, die Druck und Schub gleichzeitig messen.
5. Prüfgerät für Schraubverbindungen nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Kristall-Elemente zu den Piezosensoren direkt in die zentrale Trägerplatte (1,15) integriert sind.
6. Prüfgerät für Schraubverbindungen nach eiem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass elektronische Verstärker direkt in die zentrale Trägerplatte (1,15) integriert sind.

-7-

7. Prüfgerät für Schraubverbindungen nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die elektronischen Verstärker mit Bereichsumschaltung versehen sind, wodurch speziell interessante Teile der Messungen faktorenmal vergrössert werden.
8. Prüfgerät für Schraubverbindungen nach einem der Ansprüche 1 bis 3 und 6 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass andere Messelemente als piezoelektrische Sensoren verwendet werden.

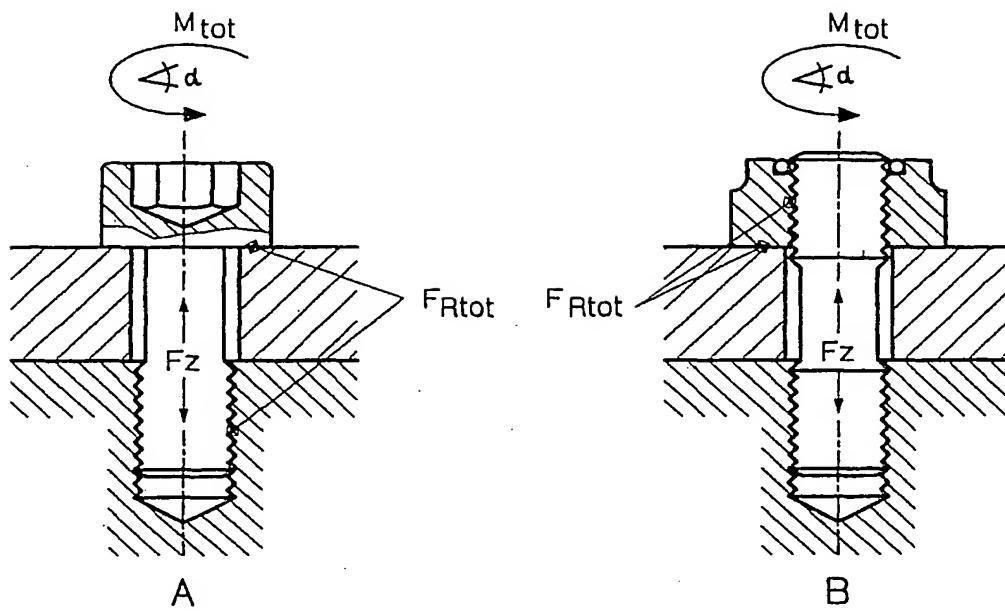


Fig.1

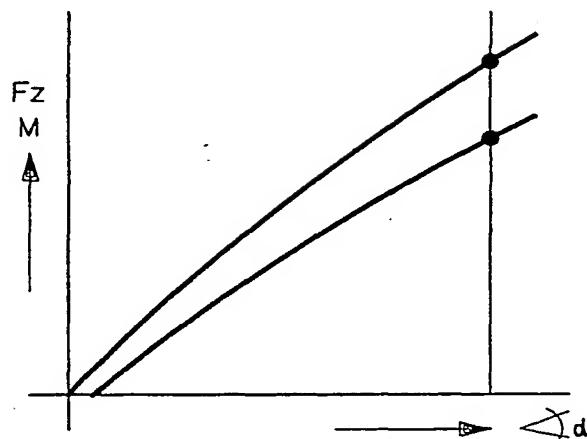


Fig.2

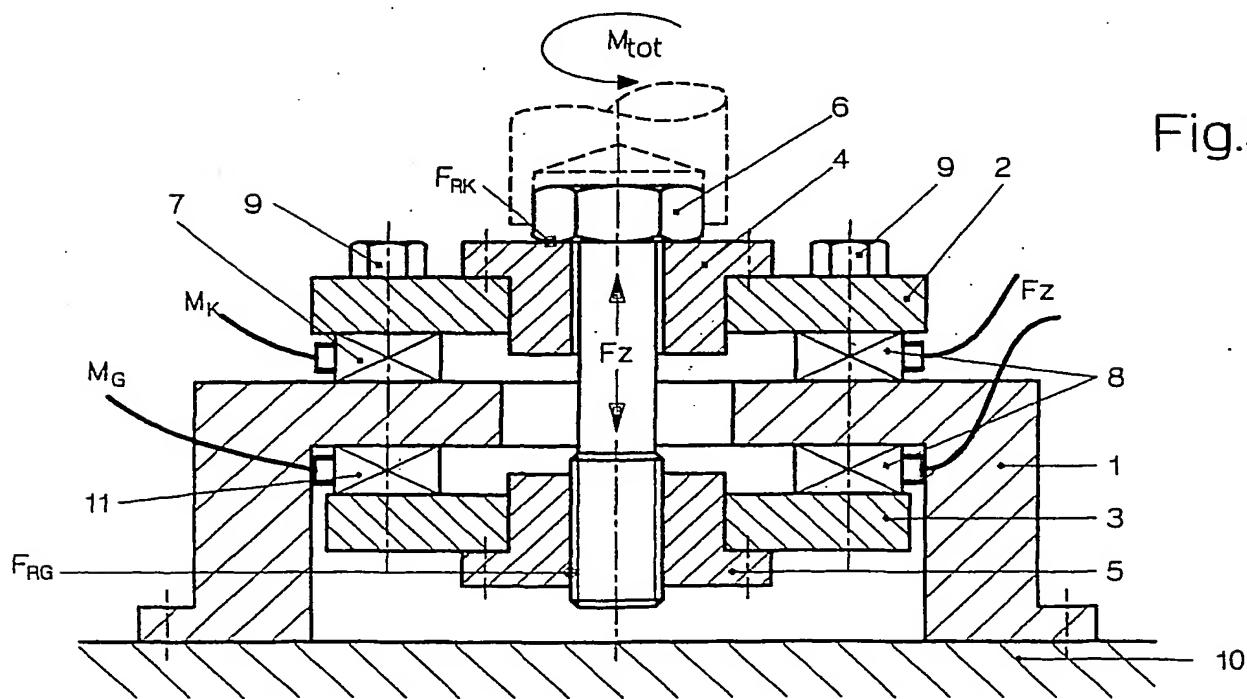
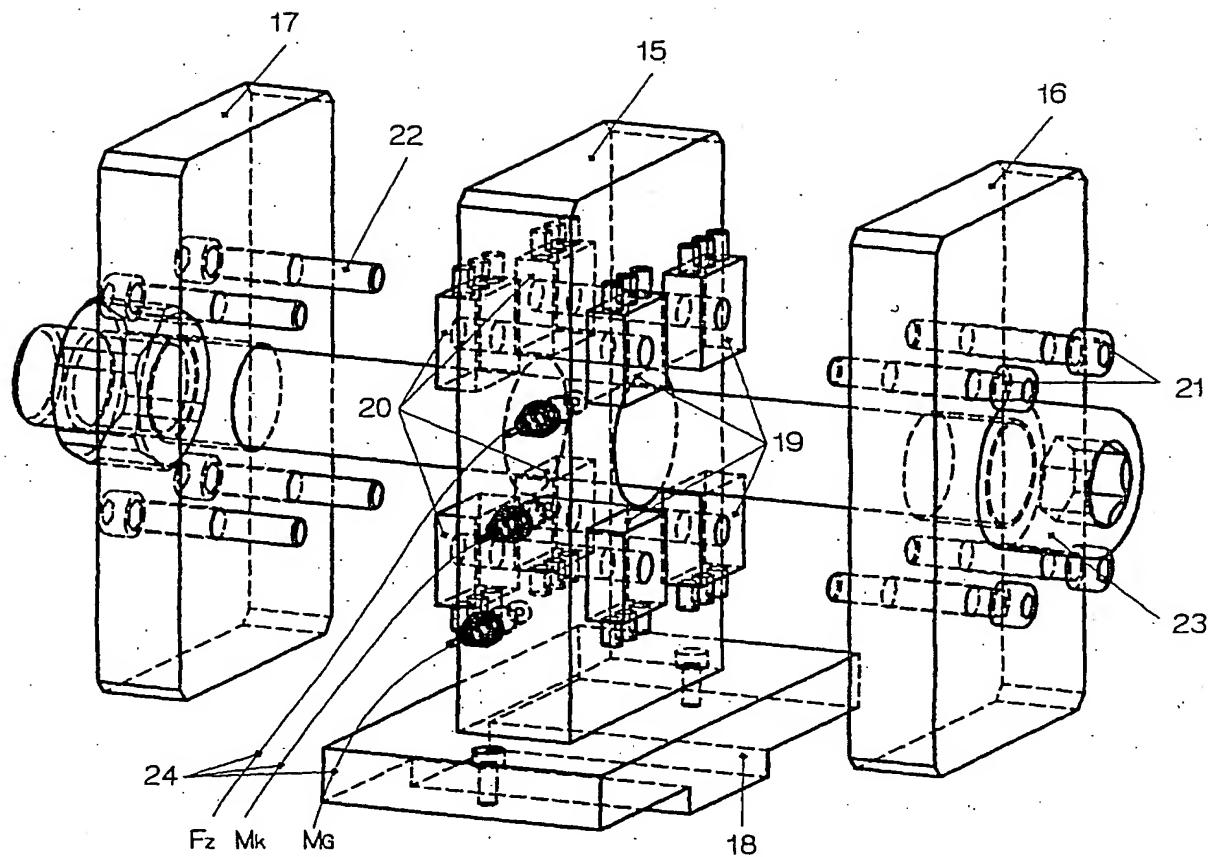


Fig.3

Fig.4



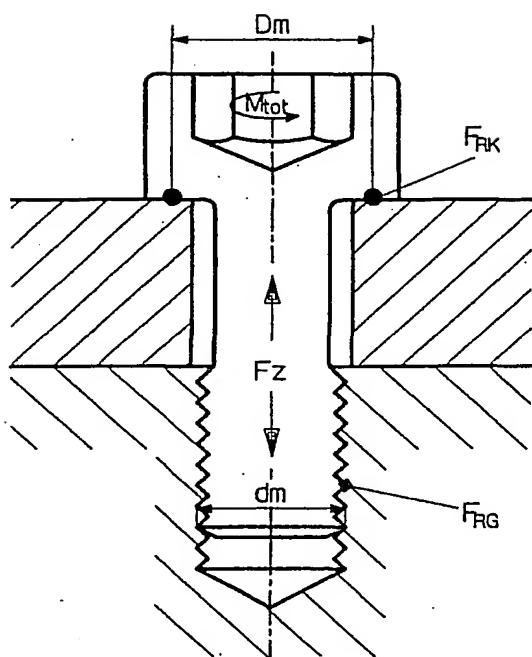


Fig.5

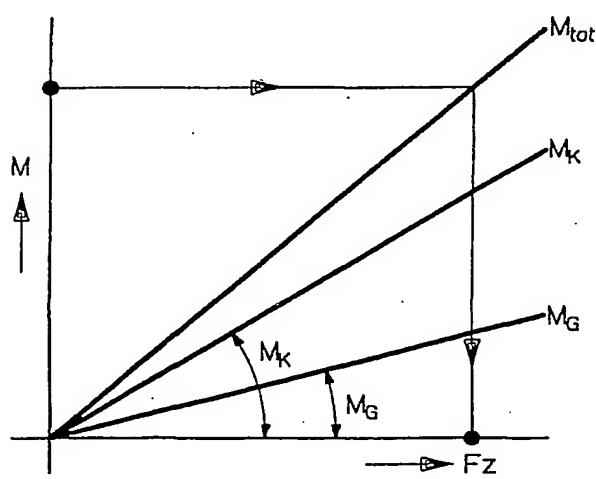


Fig.6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Application No
PCT/CH 01/00081A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 G01L5/24

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 339 696 A (F.J. CARIGNAN) 23 August 1994 (1994-08-23) the whole document	1
A	DE 25 21 428 B (A.M. ERICHSEN GMBH) 19 February 1976 (1976-02-19) the whole document	1
A	DE 23 52 749 B (FA. RICHARD BERGNER) 20 March 1975 (1975-03-20) the whole document	1
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 9, no. 195 (P-379) '1918!', 13 August 1985 (1985-08-13) & JP 60 060525 A (NIHON HATSUJIYOU K.K.), 8 April 1985 (1985-04-08) abstract	1

 Further documents are listed in the continuation of box C. Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *'A' document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *'E' earlier document but published on or after the international filing date
- *'L' document which may throw doubts on priority, claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *'O' document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *'P' document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *'T' later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *'X' document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *'Y' document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *'&' document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

29 May 2001

Date of mailing of the international search report

06/06/2001

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Van Assche, P

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

I Application No

PCT/CH 01/00081

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5339696	A	23-08-1994	NONE	
DE 2521428	B	19-02-1976	NONE	
DE 2352749	B	20-03-1975	NONE	
JP 60060525	A	08-04-1985	NONE	

INTERNATIONALES RECHERCHENBERICHT

les Aktenzeichen

PCT/CH 01/00081

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 GO1L5/24

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationsymbole)

IPK 7 GO1L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 5 339 696 A (F.J. CARIGNAN) 23. August 1994 (1994-08-23) das ganze Dokument	1
A	DE 25 21 428 B (A.M. ERICHSEN GMBH) 19. Februar 1976 (1976-02-19) das ganze Dokument	1
A	DE 23 52 749 B (FA. RICHARD BERGNER) 20. März 1975 (1975-03-20) das ganze Dokument	1
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 9, no. 195 (P-379) '1918!', 13. August 1985 (1985-08-13) & JP 60 060525 A (NIHON HATSUJIYOU K.K.), 8. April 1985 (1985-04-08) Zusammenfassung	1

 Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

'A' Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

'E' älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

'L' Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

'O' Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

'P' Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

'T' Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

'X' Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

'Y' Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

'&' Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

29. Mai 2001

06/06/2001

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde.
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Van Assche, P

INTERNATIONALES RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

s Aktenzeichen

PCT/CH 01/00081

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5339696	A	23-08-1994	KEINE	
DE 2521428	B	19-02-1976	KEINE	
DE 2352749	B	20-03-1975	KEINE	
JP 60060525	A	08-04-1985	KEINE	